

JE LI INDUSTRIJA 5.0 ODGOVOR NA INDUSTRIJU 4.0 ILI NJEN NASTAVAK?

IS INDUSTRY 5.0 RESPONDING TO INDUSTRY 4.0 OR ITS RESUME?

Gojko Nikolić

Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Četvrta industrijska revolucija, ili kako se danas uglavnom naziva industrija 4.0, inicirana je od strane Njemačke 2011. i predstavlja poticaj razvoju industrije automatizacijom procesa proizvodnje korištenjem svih modernih proizvodnih sredstava nazvanih kibernetičko-fizičkim sustavima. Oni integriraju računalnu tehniku, prijenos i obradu podataka te suvremene mehaničke sustave. Već 2015. godine pojavljuje se novi pojam industrija 5.0, kao odgovor na industriju 4.0. U početku to je neka vrsta bunta protiv dehumanizacije industrije, a potom prerasta u koncept suradničkog rada čovjeka i kobotu u specifičnim poslovima. Nazivaju ga i povratkom "ljudskog dodira" u proizvodne procese. Člankom su ukazane razlike ali i moguća nadopunjavanja industrije 4.0 i industrije 5.0. Određeno je mjesto i uloga tog novog koncepta proizvodnje i razlozi primjene.

Ključne riječi: *industrija 4.0, industrija 5.0, koboti, kibernetičko-fizički sustavi*

Abstract

The 4th industrial revolution, or as it is usually called, Industry 4.0, was initiated by Germany in 2011 and it represents an incentive for industry development through production automation by using all modern production means known as cyber-physical-systems. These systems integrate computing technique, data transmission and processing and modern mechanical systems. In 2015 a new term Industry 5.0, emerged as a response to Industry 4.0. It was at first a sort of a rebellion against industry dehumanization which grew into a concept of a cooperation between man and robot in specific jobs.

It is sometimes said to be a return of „human touch“ in production processes. The article points out differences between Industry 4.0 and Industry 5.0 with the place and role of the new production concept as well as the reasons for its use being defined.

Keywords: *industry 4.0, industry 5.0, cobots, Cyber-Physical System*

1. Uvod

1. Introduction

Često industriju 4.0 poistovjećuju s četvrtom industrijskom revolucijom. Nakon prethodne tri revolucije između kojih su prolazile stotine godina, ova je stigla već nakon pola stoljeća. Prethodne tri imale su neku vrstu okidača u obliku novog tehničkog izuma koji je pokrenuo nove procese u industriji podigavši je na višu proizvodnu razinu. Prvu je pokrenula u 18. stoljeću energija vode i pare koja je omogućila viši stupanj mehanizacije. Parni stroj pokreće tkalačke strojeve i tada je tu najrašireniju industriju učinilo produktivnijom s daleko manjim brojem radnika. Godina početka te prve industrijske revolucije je izgradnja prvog tkalačkog stroja pokretanog parom 1784. Smanjenja nezaposlenost, otpuštanje radnika, izazvala je velike socijalne nemire, bunt radnika i uništavanje tih strojeva. U 19. stoljeću električna energija je zamijenila energiju pare čime je započela druga industrijska revolucija. Kao pokretač te revolucije bila je izgradnja prve mehanizirane klaonice u Cincinnatiju 1870. Treću industrijsku revoluciju obilježava uporaba elektroničkih i informacijsko-komunikacijskih sustava, te temeljem njih široke primjene

automatizacije u proizvodnim procesima. Kao godina njenog početka uzima se 1969. (ili 1970.) kada je izumljen PLC (Programmable Logic Controller - programibilni logički upravljački uređaj) [1]. Početkom 21. stoljeća na Hannover Messe 2011. najavljena je nova 4. industrijska revolucija, češće poznata pod nazivom "Industrija 4.0", promovirana kao termin koji predstavlja novu Njemačku strategiju razvoja industrije. Osobno ju je najavila i predstavila kancelarka Merkel kao razrađenu inicijativu njemačkih poduzetnika i znanstvenika. Prikazana je kao sredstvo povećanja konkurentnosti njemačke proizvodne industrije kroz sve veću integraciju "kibernetičko-fizikalnih sustava" (Cyber-Physical System - CPS) u tvorničke procese. [2]

Međutim jedino za nju se ne može vezati neki posebni događaj, tako da je izazvala dileme da li je to četvrta industrijska revolucija ili samo logični kontinuirani trend modernizacije industrije, odnosno nikakav novi tehnološki skok izazvan epohalim izumom. Zbog toga ima i kritičkih osvrta na njeno poistovjećivanje s četvrtom industrijskom revolucijom.

2. Koncept industrije 4.0

2. Industry 4.0 Concept

Koncept Industrije 4.0 podrazumijeva digitalizaciju i umrežavanje svih funkcija unutar tvornice i izvan nje, u kojoj na proizvodnim linijama rade roboti umjesto radnika.

To je stvaranje „pametne“ tvornice (smart factory) koja koristi informacijsku i komunikacijsku tehnologiju za upravljanje proizvodnim i poslovnim procesima (slika 1). Osnovi cilj je postići dominaciju na tržištu ostvarivanjem poboljšane kvalitete, nižih troškova i fleksibilnije proizvodnje. [1] [3]

Iako je mnogo suvremenih industrija digitalizirano, još od trenda uvođenja CIM-a (Computer Integrated Manufacturin - računalom objedinjena proizvodnja), pred nešto više od četrdeset godina, ipak treba kod većine industrije napraviti novi korak daljnje digitalizacije povezujući sustav upravljanja proizvodnim procesima unutar tvrtke sa sustavima izvan, odnosno tržištem, dobavljačima, distribucijom, bankama, državanom upravom, inovacijskim subjektima, obrazovnim institucijama i dr. Za ostvarivanje tog cilja danas na raspolaganju stoji razvijena suvremena oprema, integrirana s informatičkim sustavima, programski paketi s otvorenim pristupom (open source), s kojima je moguće sve umrežiti, promptno ažurirati i prilagoditi traženim zahtjevima. Moderna proizvodna sredstva su objedinjena s računalnom tehnikom, prijenosom i obradom podataka (kibernetičko-fizički sustav-CPS). Tvornica je umrežena, ugrađen je veći stupanj umjetne inteligencije, bogata senzorika, i ostvarena mogućnost komunikacije opreme s ljudima (M2H – Machine To Human), mogućnost komunikacije s drugim robotima i strojevima (M2M – Machine To Machine), ali i komunikacija s proizvodima (slika 2) [4] [5].



Slika 1 Koncept Industrije 4.0 – rezultat su jeftini personalizirani proizvodi dostavljeni na vrijeme kupcu [6] [10]

Figure 1 Industry 4.0 Concept – the result is cheap personalized products delivered to the buyer on time [6] [10]

Proizvodi će također imati ugrađene računalne mogućnosti i lokalnu inteligenciju. Proizvodi budućnosti postati će dio onoga što se naziva Internetom stvari (Internet of Things - IoT). Dizajn proizvoda proizaći će ne samo iz potrebe mehaničkog rješenja već i usluge koju trebaju ostvariti. [6]

Tvrtke, obzirom na potpunu digitalizaciju, moći će se odmah prilagoditi novo nastaloj situaciji u okruženju koristeći obilje podataka koje obrađuje, te se zbog toga često rabi i naziv „tvornica koja uči“ (learning factory). [3] [6] [8] [9]

Optimalno će reagirati na promjenjive zahtjeve tržišta, kooperacijske procese, zakonske i financijske promjene te na potrebu za specifičnim znanjima visokoobrazovnih stručnjaka. Sigurno je utjecaj obostran jer je tako nastala „pametna tvornica“ bitan čimbenik promjena u društvu i obrazovne politike. U žiži napretka su inovacije nastale, ne samo u vlastitoj sredini, već i na sveučilištu ili iz zajedničkih projekata. [1]



Slika 2 Siemensova tvornica elektronike u Ambergu, Njemačka [12]

Figure 2 Siemens electronics production plant, Amberg, Germany[12]

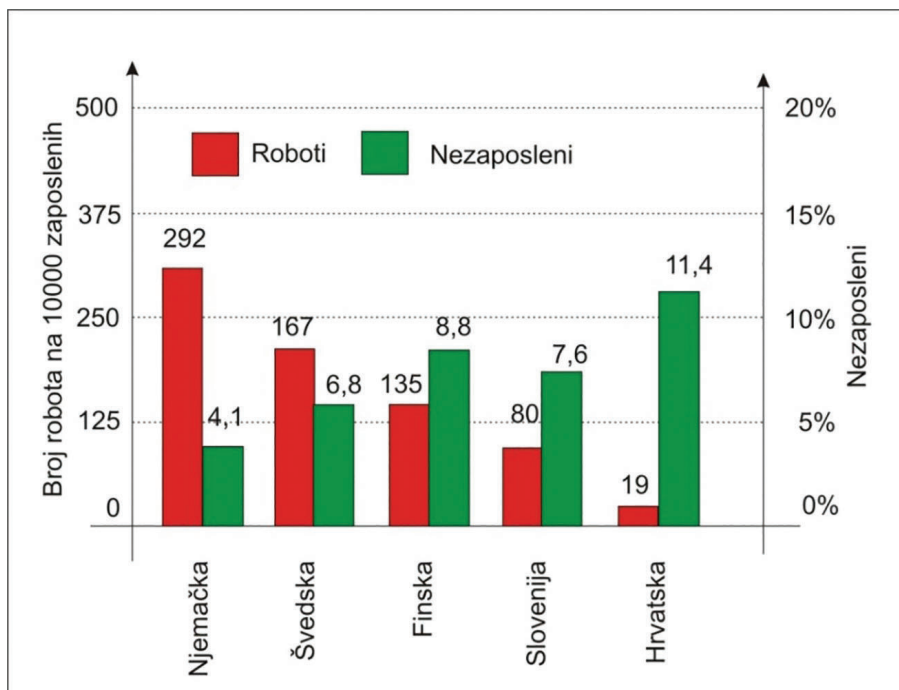
3. Osvrt na koncept industrije 4.0

3. An Overview of Concept Industry 4.0

Koncept industrije 4.0 kao četvrte industrijske revolucije dio stručnjaka je odmah prihvatio budući da je inicijativa došla od industrijski najrazvijenije zemalje, dok ga drugi dio nije prihvatio jer nisu našli relevantan tehnički događaj koji bi inicirao taj skok (C. Roser [14], I. Čatić [13]). [15] Smatraju da je to logički nastavak u razvoju automatizacije i primjeni suvremenih tehničkih rješenja, a ne nova industrijska revolucija.

Možda članak „Industry 4.0: Evolution or Revolution?“ autora Luigi De Bernardinija [16] daje najlogičnije rješenje. U njemu se zaključuje da su te predviđene transformacije u industriji evolucija, ali su izrazito brze, gotovo skokovite, te postaju revolucija. Tom stavu doprinose i nove revolucionarne tehnologije poput 3D pisača (aditivna tehnologija) koje su sada namijenjene pojediničnim proizvodima bilo kao prototip ili po želji kupca, a već sutra mogu postati dio proizvodnih linija. Maksimalno su fleksibilne i trenutno se mogu prilagoditi izradi novog proizvoda sukladno potrebama proizvodnog procesa. U koncepciji industrije 4.0 uključene su i individualne potrebe kupaca što je sigurno revolucionarni pristup. Luigi De Bernardini zaključuje da koncepcija industrije 4.0 ima i evolucijski i revolucijski karakter. Po tom stavu ona predstavlja i osporavanu četvrtu industrijsku revoluciju. [6] Plasiranje tog koncepta od strane njemačke industrije i akademske zajednice imao je za cilj usmjeravanje ulaganja u unapređenje i osuvremenjivanje, prije svega, svoje industrije. To je bio i značajni postićaj i ostaloj industriji diljem svijeta da se suvremeno organizira. Načela tržišnog gospodarstva traže da gospodarski subjekti budu stalno bolji na tržištu. Danas je tržište sve složenije i počinje dominirati potreba da se proizvodima odgovori na sve zahtjevnije kupce, da proizvodi budu personalizirani. Promjene koje se događaju u industriji i na tržištu su ujedno i poticaj obrazovnim institucijama da se što više usmjere u STEM pravcu (e. science, technology, engineering, mathematic- znanost, informatika, tehnika, matematika). [2]

Rečeno je da je bitan drugačiji odnos prema tržištu budući da se proizvodi prodaju prije nego što su proizvedeni, a ne obrnuto. Kupac iskazuje svoje želje i određuje konačni proizvod sa svojim zahtjevima, te po toj koncepciji prodaja prethodi proizvodnji, suprotno onome što postoji danas kod mnogih vrsta proizvoda široke potrošnje. Iako je to ranije bilo uobičajeno za velike sustave od telefonskih centrala, energetske postrojenja, brodova i sl., sada je to moguće i za bicikle, automobile, odjeću, cipele i slične proizvode. To znači da se proces proizvodnje prilagođava za svaki proizvod, fleksibilnost je okrenuta zadovoljavanju zahtjeva kupca, što je osigurano modelom proizvodnje nazvanim „jednokomadni tok“ (e. One-Piece Flow). [6]



Slika 3 Broj robota na 10000 zaposlenih u korelaciji s brojem nezaposlenih za neke države [6]

Figure 3 Number of robots per 10000 employees in correlation with the number of unemployed for some countries [6]

Tom koncepcijom koja obuhvaća digitalizaciju, robotizaciju, vertikalnu i horizontalnu komunikaciju, kibernetičko-fizikalne sustave, proširenu stvarnost i internet stvari, stvoriti će se potpuno novi proizvodni sustavi. Kako je već rečeno takvi sustavi će moći odgovoriti zahtjevu personalizirane proizvode po želji kupaca uz nisku cijenu, a biti će isporučeni kod kuće na vrijeme [4]. Proizvodi će također radi praćenja i nadzora pravilnog rada te servisiranja imati stalnu vezu s isporučiteljem. [6]

Iako je jedan od većih prigovora na koncept industrije 4.0 dehumanizacija, taj je prigovor djelomično točan. Doći će do velikih promjena u zaposlenosti, ali i promjeni potrebnog znanja zaposlenika koji će nastaviti raditi. To se događalo kod svih industrijskih revolucija, a povijest pokazuje da su nakon toga otvarala nova radna mjesta. Može se očekivati, a predviđaju i svi istraživači, da će se otvarati novi kreativni poslovi za nova zanimanja koja sada još možda ne postoje.

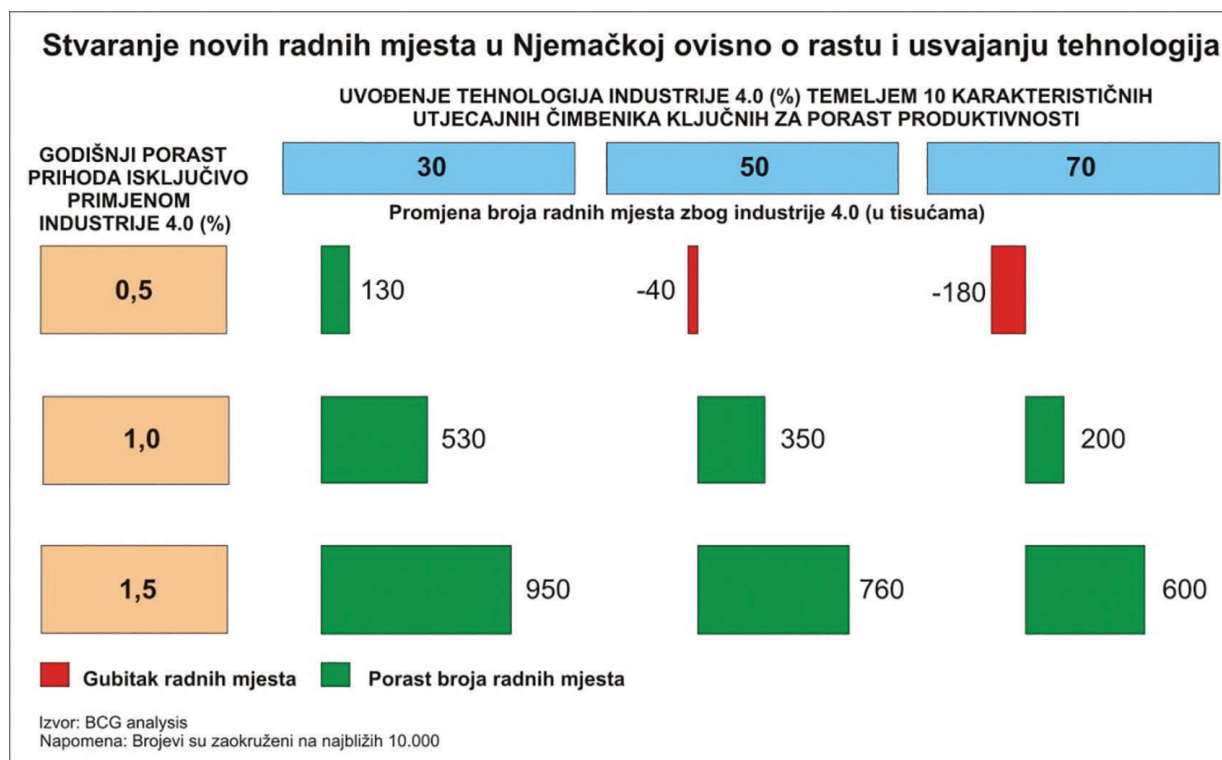
I kod ovog pitanja postoje potpuno suprotni stavovi, jedni ukazuju da će se znatno povećati nezaposlenost, da roboti i automatizacija odzumu poslove sada zaposlenima. Pri tome se najčešće spominju istraživanja koja su provela dva znanstvenika s Oksfordskog sveučilišta, Carl Benedikt Frey i Michael A. Osborne („The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?“ 2013.).

Prema njihovim istraživanjima za dvadesetak godina nestati će 47% radnih mjesta u SAD. Oni ne istražuju mogući nastanak novih radnih mjesta, već ukazuju na gubitak postojećih. [6] [7] [29] Europska komisija planira da će se u EU do 2020. povećati BDP za 0,7% i stvoriti novih 700000 radnih mjesta [17].

Dijagram na slici 3 opovrgava često isticano mišljenje da se povećanjem primjene robota u industriji povećava nezaposlenost. Trend je upravo suprotan. To ukazuje da suvremena (robotizirana) industrija stvara uvjete za otvaranja novih radnih mjesta. [6]

Većina stručnjaka smatra da će se uz gubitak radnih mjesta otvoriti nova, čak i veći broj od onih koja su izgubljena. To će biti radna mjesta s potrebnim novim znanjima i vjerojatno nova zanimanja, što predstavlja posebni zadatak na obrazovanje.

Njemačka je napravila istraživanje kako će implementacija koncepta industrije 4.0 utjecati na zaposlenost do 2025. godine. Odredili su deset ključnih tehnoloških čimbenika koji utječu na zaposlenost u industriji kao i porast proizvodnosti rada. Razrađeni su različiti scenariji uz korištenje još dva kriterija: dodatni rast prihoda koji je nastao ovim tehnološkim napretkom i njihova stopa usvajanja, slika 4. [6] [18]



Slika 4 Utjecaj industrije 4.0 u Njemačkoj na broj radnih mjesta [6] [18]

Figure 4 Influence of Industry 4.0 in Germany on the number of workplaces [6] [18]

4. Industrija 5.0

4. Industry 5.0

Već nakon 4 godine od proklamiranja industrije 4.0 kao koncepta suvremenog industrijskog sustava nužnog za implementiranje u gospodarstvo u sljedećih šest do sedam godina, plasiran je novi pojam industrija 5.0. Industrija 4.0 nije se ni počela masovnije primijenjivati te je novi pojam industrija 5.0 izazvao nedoumicu i različite komentare. Logično pitanje koje se postavljalo je li industrija 5.0 nastavak industrije 4.0 ili njena zamjena? Dočekana je u stručnim i znanstvenim krugovima ne samo s podozrenjem već i ignoriranjem.

Nužno je stoga objasniti pojavu pojma industrije 5.0 te zbog čega se u nekim stručnim krugovima počeo taj pojam koristiti sve češće. Početni ideju s nazivom industrija 5.0 dao je Michael Rada u članku „INDUSTRY 5.0 - from virtual to physical“ [22] još 1. prosinca 2015. Smatrao je da će nakon implementacije koncepta industrije 4.0 biti totalna automatizacija u kojoj će čovjek biti suvišan, i da je to dehumanizacija procesa rada.

Smatrao je da treba ponovo vratiti čovjeka u proces proizvodnje na drugi način. Drugi autori su prihvatili ideju Michaela Rada te su već samo nakon dva mjeseca koristili taj pojam davajući mu svoja nova tumačenja.[23]

Tehnički direktor tvrtke Universal Robots (UR) Esben H. Østergaard također smatra da će i onaj mali broj radnika koji ostanu u industriji nakon njene reorganizacije prema konceptu industrije 4.0 raditi poput strojeva. Slaže se da čovjeka treba vratiti u industrijsku proizvodnju uz korištenje novih tehnika posebno suradničkih robota (e. Collaborative robots) odnosno kobota (e. cobots). Njegova tvrtka prihvatila je taj koncept kao odgovor velikim tvrtkama usmjerenim na industriju 4.0, te su njihovi roboti postali najčešće prihvaćeni suradnički roboti. Ističe da je industrija 5.0 po svom konceptu više „antinidustrijska“ nego industrijska jer je to povratak na vrijeme prije industrijalizacije, povratak u vrijeme kada su se cijenile vještine i zanati, kada je svaki proizvod bio unikat prema želji kupca. [24]

S vremenom se ustalio stav da je industrija 5.0 novi oblik suradnje čovjeka i robota kako bi se iskoristile mogućnosti strojeva i ljudi.



Slika 5 Suradnja kobota UR10 i radnika u industriji motora [19]

Figure 5 Cooperation of robot UR10 and workers in motor industry [19]

Strojevi su precizniji i s većom snagom, a radnici posjeduju vještine te kognitivna i kritička razmišljanja. [27] [28] Takav način rada prikladan je za poslove koji su između potpuno ručne montaže i potpuno automatiziranih proizvodnih linija. Rad s kobotima omogućava tvrtkama, bilo koje veličine, implementaciju automatizacije i na mjestima gdje je ona neisplativa ili ju je teško realizirati. Tome na ruku ide i sve veća želja kupaca za personaliziranim proizvodima prema njihovim željama i potrebama. Taj prodor u procese proizvodnje zajedničkim radom suradničkog robota i čovjeka pojedini autori nazivaju i revolucijom "ljudskog dodira" (e. human touch). [27] [24] [25] Smatra se da je to ponovni povratak radnika u proizvodni proces koristeći pri tome prednosti automatizacije i kognitivne sposobnosti ljudi, slika 5. [27] Koboti se ne mogu smatrati revolucionarnim izumom, već je to logičan evolucijski korak u razvoju robota. Oni dobivaju sve više senzora da mogu percipirati okolinu, prepoznavati u prostoru predmete i njihov položaj, a ugrađeni viši stupanj umjetne inteligencije omogućuje donošenje adekvatnih odluka. Široka primjena kobota, poput UR ili LWR (Kuka), omogućena je i time jer su jeftiniji, lakši za programiranje s ugrađenom suvremenom senzorskom tehnikom i određenim stupnjem umjetne inteligencije. [24] [21]

5. Zaključak

5. Conclusion

Koncept industrije 4.0, plasiran 2011., namijenjen je „pametnoj tvornici“ u kojoj su svi procesi automatizirani od komunikacija do procesa proizvodnje s ciljem ostvarivanja maksimalnog profita. Broj radnika se značajno smanjuje, a i struktura zaposlenika se mijenja, traže se nova znanja prije svega iz područja informatike. Ta je koncepcija uglavnom namijenjena proizvodnim pogonima koji proizvode velike količine proizvoda, koji mogu biti različiti, personalizirani, ali koriste istu vrstu tehnologije rada. Tvornice koje proizvode visokoserijske proizvode postaju tvornice masovnih proizvoda, jer na konačni proizvod sve više ima utjecaj kupac sa svojim zahtjevima.

S druge strane industrija 5.0, plasirana 2015., usmjerena je na interakciju između ljudi i strojeva. Taj zajednički (suradnički) rad ljudi i robota spaja ljudsku kreativnost i vještinu s brzinom, produktivnošću i preciznošću robota u cilju stvaranja novih komercijalnih i društvenih vrijednosti. [3] [16] [15] Industrija 5.0 je humanija, vraća „ljudski dodir“ odnosno ljude u proizvodnju. Taj koncept rada prikladan je primarno za srednje i male tvrtke gdje potpuna

automatizacija nije moguća ili nije isplativa, a zahtjev tržišta sve više traži proizvode po mjeri i želji kupaca. [20] I u velikim proizvodnim poduzećima ima tehnoloških operacija koje nisu isplative da se automatiziraju, ili je automatizacija vrlo kompleksna, pa je ovaj oblik suradničkog rada kobota i radnika najisplativiji. Postoji veliki potencijal suradničkog rada i u području održavanja postrojenja.

Može se zaključiti da industrija 5.0 nije tehnički ni razvojno nastavak industrije 4.0, a pogotovo ne nova peta industrijska revolucija, već predstavlja jedno praktično i relativno jeftino rješenje problema rada u proizvodnji, koje je namijenjeno prije svega tamo gdje nije isplativo uvesti viši stupanj automatizacije.

Pomaže kod rješavanja personalizacije proizvoda, koji su uvijek pojedinačni, a često zahtijevaju kreativnost i vještinu ljudi. [21] Gledajući tako bilo je pretenciozno uvesti taj naziv industrija 5.0 koji navodi na pomisao da je to novi viši iskorak i nastavak industrije 4.0.

5. REFERENCE

5. REFERENCES

- [1] Nikolić G., Rogale D.: Industrija 4.0 – pravac razvoja tekstilne i odjevnice industrije, Tekstil 66 (3-4) 65-73 (2017.)
- [2] Oberhaus D.: This Is What the Fourth Industrial Revolution Looks Like, dostupno na https://motherboard.vice.com/en_us/article/4x3p43/life-after-the-fourth-industrial-revolution, objavljeno 13. 04. 2015.
- [3] Industrija 4.0 – nova opasnost za većinu domaćih proizvođača, (autor lider.media), dostupno na <https://lider.media/aktualno/tvrtke-i-trzista/poslovna-scena/industrija-40-nova-opasnost-za-vecinu-domacih-proizvodaca/>, objavljeno 23. 04. 2015.
- [4] Cicvarić B. (2017.): Hannover Messe oduševio i ove godine – Industrija 4.0 postaje sadašnjost!, dostupno na <http://www.fpz.unizg.hr/prom/?p=6991>, objavljeno 29. 04. 2017.
- [5] Industrija 4.0: Umreženi ljudi i strojevi ugrozili i stručne radnike, dostupno na <https://www.vecernji.hr/techsci/industrija-40-umrezeni-ljudi-i-strojevi-ugrozili-i-strucne-radnike-1000338>, objavljeno 15. 04. 2015.
- [6] Nikolić G.: Industrija 4.0 i obrazovani sustav, časopis OpenInfoTrend 207/3/2018, strana 28-36
- [7] Nikolić G.: Na pragu robotske revolucije, časopis OpenInfoTrend 200/09/2015, strana 66- 69
- [8] Tuffley D.: Job survival in the age of robots and intelligent machines, dostupno na <http://theconversation.com/job-survival-in-the-age-of-robots-and-intelligent-machines-33906>, objavljeno 01. 01. 2015.
- [9] Zilch A., Schalla P.: PAC organizes and assesses projects for Industrie 4.0 and the Internet of Things with new "Innovation Register", dostupno na <https://www.pac-online.com/pac-organizes-and-assesses-projects-industrie-40-and-internet-things-new-innovation-register>, objavljeno 29. 07. 2015.
- [10] Industry 4.0, dostupno na <http://tendencies2050.com/streaming-arrival-2016-english-subtitle/>, objavljeno 10. 03. 2017.
- [11] Triple Helix koncept, dostupno na https://triplehelix.stanford.edu/3helix_concept, pristup 22. 07. 2017.
- [12] Siemens PLM Appoints New CEO: Decisive and Results-Oriented, dostupno na <https://www.engineering.com/PLMERP/ArticleID/13206/Siemens-PLM-Appoints-New-CEO-Decisive-and-Results-Oriented.aspx>, objavljeno 26.9.2016.
- [13] Čatić I.: Je li industrija 4.0 doista četvrta industrijska revolucija?, Svet polimera, 20(2)71-73 (2017)
- [14] Roser C.: A Critical Look at Industry 4.0, dostupno na <http://www.allaboutlean.com/industry-4-0/>, objavljeno 29. 12. 2015.
- [15] Petrić, J. (2015.): Industrija 4.0, Idustrija_4.0.pdf, dostupno na http://titan.fsb.hr/~jpetric/Predavanja/Industrija%204_0.pdf, objavljeno 04. 2015.
- [16] De Bernardini L.: Industry 4.0: Evolution or Revolution?, dostupno na <https://www.automationworld.com/industry-40-evolution-or-revolution>, objavljeno 19. 12. 2016.

- [17] Europska komisija podupire razvoj europskog prostora obrazovanja, dostupno na <https://www.jutarnji.hr/Promo/europska-komisija-podupire-razvoj-europskog-prostora-obrazovanja/7056051/>, objavljeno 21. 02. 2018.
- [18] Lorenz M., Rainer Strack M., Lueth K. & Bolle M.: Man and Machine in Industry 4.0, dostupno na <https://www.bcg.com/publications/2015/technology-business-transformation-engineered-products-infrastructure-man-machine-industry-4.aspx>, objavljeno 28. 9. 2015.
- [19] Sharma R.: Automation towards factory of future (Industry 4.0), dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/industrial-robotics-journey-automation-towards-factory-sharma>, objavljeno 21.3.2017.
- [20] Veža, I. (2016.): Industrija 4.0 – novi strojarski izazov, dostupno na https://bib.irb.hr/datoteka/830338.Strojarski_izazov_SB_Veza.pdf, Slavonski Brod objavljeno 19. 05. 2016.
- [21] Nikolić G.: Suvremena vojna odjeća – primjer Industrije 5.0, <http://zg-magazin.com.hr/suvremena-vojna-odjeca-primjer-industrije-5-0/>, objavljeno 25. 04. 2018.
- [22] Rada M.: INDUSTRY 5.0 - from virtual to physical, dostupno na <https://www.linkedin.com/pulse/industry-50-from-virtual-physical-michael-rada/?trk=mp-reader-card>, objavljeno 01.12.2015.
- [23] Rada M.: INDUSTRY 5.0 - Human Industry, dostupno na <https://www.linkedin.com/pulse/industry-50-human-michael-rada/>, objavljeno 07. 09. 2017.
- [24] Østergaard H.E.: WELCOME TO INDUSTRY 5.0, dostupno na https://info.universal-robots.com/hubfs/Enablers/White%20papers/Welcome%20to%20Industry%205.0_Esben%20%C3%98stergaard.pdf?submissionGuid=00c4d11f-80f2-4683-a12a-e821221793e3, pristup 05. 04. 2018.
- [25] Østergaard H.E.: Industry 5.0 – Return of the human touch, dostupno na <https://blog.universal-robots.com/industry-50-return-of-the-human-touch>, objavljeno 13. 05. 2016.
- [26] Industry 5.0 a New Era of Modern Manufacturing, dostupno na <http://insights.swie.io/2016/07/16/industry-5-0-a-new-era-of-modern-manufacturing/>, objavljeno 16. 07. 2016.
- [27] Inside the Next Factory of the Future: Industry 5.0, dostupno na <https://www.infinityqs.com/blog/april-2017/inside-the-next-factory-of-the-future-industry-5>, objavljeno 04. 01. 2018.
- [28] Nikolić G.: Budućnost robota je u suradnji (kolaboraciji) s čovjekom – Partner kobot, časopis OpenInfoTrend 205/09/2017, strana 58-63
- [29] Nikolić G.: Na pragu robotske revolucije, časopis OpenInfoTrend 200/09/2015, strana 66- 69

AUTOR · AUTHOR

Gojko Nikolić - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 43 No. 2, 2015.

Korespondencija

gojko.nikolic@tff.hr